

DISEÑO DE UNA BASE DE DATOS GEOGRÁFICOS COMO UNA HERRAMIENTA DE
INFORMACIÓN ESTRATÉGICA PARA EL REGISTRO DE FINCAS PRODUCTORAS DE
CAÑA PANELERA Y CENTRALES DE MIELES EN CUNDINAMARCA Y BOYACÁ

-Artículo para optar por el título de Especialista en Geomática-

Desarrollado por:

ADRIANA MARCELA BUITRAGO ARDILA

Ingeniera Agrícola

Estudiante Especialización en Geomática

COD 3101438



Universidad Militar Nueva Granada

Facultad de Ingeniería

Especialización en Geomática

Proyecto de Geomática

Bogotá

2019

Diseño de una base de datos geográficos como una herramienta de información estratégica para el registro de fincas productoras de caña panelera y centrales de mieles en Cundinamarca y Boyacá

GeoDatabase Design as a Strategic Information Tool for the Register of jaggery's sugar Cane Producing Farms and Honey Plants in Cundinamarca and Boyaca.

Adriana Marcela Buitrago Ardila.

Especialización en Geomática- Facultad de Ingeniería, Universidad Militar Nueva Granada
Bogotá, Colombia
adrianambuitrago@gmail.com
u3101438@unimilitar.edu.co

Resumen—El subsector panelero es una industria de tradición cultural en Colombia al igual que el café, no obstante diversos factores en la cadena no han permitido que el sector salga a flote (Senado de la república, 2018), es por ello que es necesario la tecnificación de los procesos y el análisis de los mismos, en consecuencia, el diseño de una base de datos geográficos como una herramienta de información estratégica basada en variables de los procesos desde la siembra de caña panelera, pasando por el procesamiento del jugo de caña permitirá en primera instancia el registro de usuarios y la centralización de la información generada en cada uno de los eslabones de la cadena, el cual brindara variables de importancia para poder tomar mejores decisiones y por lo tanto tener una mayor cobertura en la asistencia técnica que se brinda a los productores, con un sistema para organizar y formular, se dará a la federación nacional de productores de panela (Fedepanela) una herramienta para la toma de decisiones, esto mediante el uso de tecnologías como los sistemas de información geográfica.

Palabras Clave: base de datos geográficos, caña panelera, sistemas de información geográfica.

Abstract: The subsector panelero is an industry of cultural tradition in Colombia like coffee, however, various factors in the chain have not allowed the sector to float (Senate of the Republic, 2018), which is why it is necessary to technify the processes and analyze them, consequently, the design of a geographic database as a strategic information tool based on variables of the processes from the planting of jaggery's sugar cane, through the processing of cane juice, will allow in the first instance the registration of users and the centralization of the information generated in each of the links chain, which will provide important variables to make

better decisions and therefore have greater coverage in the technical assistance provided to producers, with a system to organize and formulate, the national federation of jaggery producers (Fedepanela) will be given a tool for decision making, this through the use of technologies such as geographic information systems.

Keywords: geographic database, cane jaggery, information geographic systems.

1. INTRODUCCIÓN

La agroindustria panelera es la segunda actividad productora de empleo agrícola, después del café, siendo esta un eje fundamental en Colombia, (Corpoica, 2016) lo que implica que es un subsector que debe renovarse continuamente, dando viabilidad y haciendo mejoras en los procesos, tanto de toma de decisiones y de información, así como el procesamiento de la misma, es por ello que se hace necesario la implementación de los sistemas de información geográfica, los cuales permiten la centralización de la información y mejoramiento de las formas de consulta de la misma, proporcionando datos tanto alfanuméricos como geográficos asociados en este caso de estudio a unidades productivas y centrales de mieles en una ubicación determinada.

De acuerdo con las cifras de Fedepanela para el año 2018, la zona para la cual se tomó como referencia la información para este caso, comprende los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, esta área cubre aproximadamente el 25 % del área cosechada del país, por lo tanto se convierten en zonas potencial para el diseño de un sistema de información para el subsector panelero, el cual permitirá que se puedan tomar correctas decisiones basadas en la centralización de la información de los afiliados y así poder aumentar la asistencia técnica en la zona y poder gestionar mejor los proyectos y convenios dentro de la organización.

Es por lo anterior, que el presente artículo pretende diseñar una base de datos geográficos para el registro de fincas productoras de caña panelera y centrales de mieles en Cundinamarca y Boyacá, donde se establezcan las variables de importancia que inciden en los procesos de elaboración de la industria panelera y así mismo en el registro de fincas productoras y centrales de mieles, a partir de un modelo lógico y físico que evalúe los modelos del componente geográfico.

2. MARCO CONCEPTUAL

Según (Batini, et al, 1992), existen dos grandes de familias para el almacenamiento en los sistemas de información, estos son los ficheros y las bases de datos, los primeros usados para el almacenamiento de pocos volúmenes de datos, mientras que las bases de datos son la herramienta idónea para el almacenamiento de grandes volúmenes de datos y gestión de los mismos, la gestión incluye: Actualización y consulta de la información.

Una base de datos es un conjunto de datos almacenados y ordenados para que un sistema de

información pueda seleccionar rápidamente una parte de éstos, pero para el contexto de este problema planteado se utilizará una base de datos geográficos, las cuales son las que almacenan información para sistemas de información geográficos o SIG (Batini, et al, 1992). Para hacer el manejo de las bases de datos se utilizan los motores de bases de datos, los cuales son independientes del sistema operativo de la máquina, hay diversos tipos de bases de datos, pero el más común y que usan por lo general todas las bases de datos son los modelos relacionales, los cuales se organizan en tablas y tienen diversos tipos de relaciones entre estas, hay distintos modelos y tipos de bases de datos, pero actualmente hay uno que es el más extendido y el que usan todas las **bases de datos geográficos: las bases de datos relacionales**.

Según (Batini, et al, 1992) este tipo de bases de datos son las que están organizadas en tablas y relaciones entre estas, cumplen las siguientes condiciones:

- Las tablas se deben organizar en campos y registros, similar a columnas y filas en una hoja de cálculo.
- Cada propiedad de los campos esta almacenada en un campo determinado.
- Las tablas tienen una identificación de campo, la cual es llamada llave primaria, esta permite poder identificar cada registro según el valor que posea el campo.

Las tablas se pueden asociar entre ellas mediante un identificador llamado Llave Foránea, este es un campo que contiene una referencia de llave primaria de la tabla asociada, esto con el fin de poder facilitar el acceso a la información en la base de datos; una tabla también se puede relacionar con la llave foránea con ella misma.

2.1. Estructura de la Base de datos

Según (Elmasri et al, 2003) el contenido de la base de datos no solo incluyen los datos que el usuario almacena en la misma, también incluyen elementos importantes en la gestión de la bases de datos, como por ejemplo, índices espaciales, para los componentes geográficos, diccionario de datos y los metadatos, adicionalmente incluyen los datos que se generan a partir de las consultas de la misma, para el diseño o planteamiento inicial de una base de datos, se hace necesario distinguir entre dos tipos de estructuras, la primera es la estructura lógica, la cual es una configuración conceptual de cómo se podrían organizar los datos en la misma, partiendo del punto de que se debe hacer de manera óptima y de fácil administración y la segunda es una estructura de datos física, la cual muestra el modelo con las variables, el tipo y las llaves tanto primaria como foráneas en cada tabla.

2.2. Estructura Lógica

La arquitectura de Oracle maneja una estructura de datos lógica, ya que cada tabla creada en una base de datos Oracle debe constar de una o más estructuras de datos llamadas archivos

de datos, cuando se crea una tabla de datos, un usuario puede especificar en qué espacio de tabla se almacenara. El sistema encontrará automáticamente espacio para él en uno de los archivos de datos del espacio de tablas. Las tablas en la base de datos, como una estructura de datos lógica, es una vista conceptual del almacenamiento físico en Oracle, ayuda al diseñador y al administrador de la base de datos a organizar los datos de forma lógica en la misma. El uso de la estructura de datos lógica libera a los diseñadores de bases de datos y los programadores de aplicaciones de la carga de administrar el almacenamiento físico de datos, ya que solo necesitan conocer los nombres lógicos de las tablas y campos y dejar que el sistema de bases de datos maneje el almacenamiento y la administración reales de la estructura física. (Elmasri et al, 2003)

2.3. Estructura Física

La estructura física es la organización real de los datos almacenados en una base de datos, estos dependen del modelo planteado, cada fila en la tabla representa una variable en la entidad planteada en el modelo, valores de los atributos son almacenados en la tabla en un tipo de dato, estos describen los datos que se pueden almacenar en una columna, todas las bases de datos soportan diferentes tipos de datos (Elmasri et al, 2003)

La estructura se clasifica en cuatro grupos de la siguiente manera:

Caracteres o “String data”

1. Números “Numeric data”
2. Fechas “date type”
3. Datos abstractos “ADT” incluidos los BLOB
4. “NOT NULL” , este significa que la columna debe contener valores de entrada válidos, si no se asigna ningún valor a una columna o “NULL” , este es fundamental en las bases de datos relacionales, este valor representa la falta de un valor ingresado en un campo

Por otro lado, la indexación es un proceso fundamental en una base de datos, la creación de un índice es necesario en la gestión y el manejo de los datos, cuando un usuario indexa una tabla el sistema de la base de datos adiciona una columna a la tabla que contiene una fila de identificación, este permite acceder a la información con facilidad y de manera específica (Elmasri et al, 2003).

2.4. Consultas en las bases de datos

En el procesamiento de las bases de datos, una consulta es una solicitud o interrogante que se tiene respecto a los datos, en una base de datos las consultas las maneja un “query manager” o administrador de consultas, la función de este es convertir los comandos de entrada de un usuario de SQL en una secuencia de operaciones en los datos almacenados, este a su vez también puede optimizar las consultas, teniendo resultados más eficientes, una

consulta de base de datos está formada por uno o varios operadores admitidos por un sistema de base de datos y, como resultado, su formato y funcionalidad se rigen por un modelo. El modelo de base de datos relacional, por ejemplo, utiliza ocho operadores en consultas para manipular el contenido de tablas en una base de datos, estos son (Elmasri et al, 2003):

- Select: Este operador es pensado para consultar las filas de una tabla.
- Project: Este operador es usado para consultar las columnas de una tabla, este genera un subconjunto de columnas de una tabla, removiendo valores duplicados del resultado.
- Join: Este operador combina horizontalmente, es decir concatena los datos de filas de tablas usando relaciones entre columnas en particular.
- Product: Este operador calcula el producto de dos tablas, es decir el producto cartesiano.
- Union: Este operador genera una nueva tabla agregando filas de una tabla con las de otra tabla.
- Intersect: Este operador genera una tabla que consta de todas las filas que aparecen en las dos tablas de origen.
- Difference: Este operador genera una tabla que consta de todas las filas que aparecen en la primera tabla de origen, pero no en la segunda de las dos tablas.
- Divide: Este operador toma una tabla binaria (Dos columnas) y una tabla unitaria (Una columna) y crea una nueva tabla que contiene todos los valores de una columna de la tabla binaria que coinciden en la otra columna de la tabla unitaria.

Todos estos operadores y los más comúnmente utilizados, citados anteriormente permiten al administrador de la base de datos hacer la gestión de la misma de manera óptima con el fin de contar con información oportuna y adecuada para el fin de la misma.

Para el procesamiento de una base de datos, el usuario utiliza SQL (Structured Query Language) para interactuar con la máquina, inicialmente desarrollado para recuperar información de una base de datos relacional, hoy en día es un lenguaje utilizado para consultar bases de datos relacionales y no relacionales (Elmasri et al, 2003), este lenguaje informático es utilizado específicamente para crear declaraciones para la consulta y administración de bases de datos, SQL es usado típicamente para operaciones de las bases de datos, que incluyen:

- Consultas de bases de datos.
- Definición de bases de datos.
- Manipulación de datos.
- Control de acceso y conexión a la base de datos.
- Compartir datos.

2.5. Modelos de bases de datos y modelamiento

Según (Codd, F.E., 1990), el desarrollo de las bases de datos siempre comienzan con una fase de modelado que busca plasmar los requisitos del usuario y ponerlo en especificaciones técnicas para poder implementar la misma, el uso de modelos de bases de datos en ingeniería es una práctica de uso común y es necesario, ya que estos permiten validar conceptos de diseño, evaluar posibles soluciones y poder pasar a implementar el mismo de acuerdo a las especificaciones técnicas.

En el proceso de diseño de una base de datos, un modelo se considera un compendio de conceptos, lenguaje y gráficos que se usan para describir la estructura de los datos y las operaciones de procesamiento en una base de datos. El diseño es un proceso por etapas, primero empieza con un modelo base de datos conceptual, el cual representa todas las variables del problema planteado, es decir que la descripción es independiente de cualquier consideración de hardware y software, es una abstracción de alto nivel, en esta etapa se requiere plasmar completamente el requerimiento para poder darle solución, esta es completamente conceptual. Para definir este tipo de modelo conceptual se usa el método entidad-relación de bases de datos conceptual, este esquema describe los objetos del problema que se almacenaran y sus características, también señala como un objeto está relacionado con otro. El paso siguiente después de planteado completamente el modelo conceptual, se procede a realizar el modelo lógico, el cual tiene consideraciones de software en su descripción, otros factores importantes que se deben tener en cuenta en este tipo de esquema es la identificación de las llaves (Primarias, secundarias y foráneas), así como la refinación de los requisitos iniciales.

Un modelo de bases de datos proporciona al diseñador de la misma una solución de un problema complejo a partir de la subdivisión en partes complejas y manejables para poder gestionarla de manera adecuada y coordinada, ya sea para bases de datos con gran cantidad de datos o mucho menos complejas, es así como se tienen diferentes tipos de modelos, el más común el cual se trabaja en este artículo se denotara a continuación:

2.6. Modelo Entidad-Relación

Este es un modelo conceptual que describe la naturaleza de los datos con un alto nivel de abstracción, el primer proceso para empezar a diseñar una base de datos es este tipo de modelo, ya que plasma las entidades, atributos y sus relaciones para ver de una manera inicial como quedaran los datos desde diferentes perspectivas, un modelo entidad-relación, tiene las siguientes propiedades:

- a. Cardinalidad: Esta propiedad denota en número de ocurrencias de las entidades que participan en una relación.
- b. Opcionalidad: Esta indica que la relación es opcional u obligatoria, ya sea para una o varias entidades participantes.

- c. Restricciones: Estas rigen una relación.

Otro componente importante en este tipo de modelos son los atributos, estos son de diferentes tipos, expuestos a continuación:

- a. Atributos simples: Este tipo de atributos no pueden subdividirse.
- b. Atributos de valor único y multivalor: En estos la mayoría de los atributos tienen un valor único para cada entidad en particular.
- c. Atributos derivados: Este es uno derivado de otro atributo.
- d. Llaves: Estos atributos son usados como índices para realizar las búsquedas en las bases de datos, estas pueden ser foráneas y principales, estas últimas esenciales para buscar datos en particular en una tabla relacional y las foráneas o secundarias sirven de búsqueda complementaria a las principales.(Codd, F.E., 1990)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La información para la construcción de la base de datos geográficos se obtiene de un archivo “shapefile” georreferenciado por los asistentes técnicos de Fedepanela (Federación Nacional de productores de panela), en este caso para la zona de interés, en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, en total 6240 polígonos que representan usuarios en los dos departamentos en mención, estos datos contienen variables que se obtienen de una encuesta de caracterización de la entidad a través de visitas de campo de los técnicos a los usuarios y centrales de mieles.

Para el desarrollo metodológico del problema se establecieron seis etapas importantes en el proceso del diseño de la base de datos y estas son las siguientes:

1. Conceptualización: La etapa inicial comprende la conceptualización del problema planteado, esta es la definición completa del tipo de base de datos a analizar y los conceptos necesarios para soportar la elaboración del mismo, a continuación se mencionan los procesos importantes en el planteamiento del modelo físico y lógico de acuerdo a lo solicitado por la federación:

Primero se debe conocer en su totalidad los procesos, con el fin de poder más adelante establecer las variables de importancia que se deben tratar para diseñar la base de datos; es importante el conocimiento sobre la operación de centrales de mieles y la elaboración de la panela en las unidades productivas, con el fin de saber cada etapa del proceso y poder establecer las variables de importancia que se tendrán en cuenta en la generación de tablas en la base de datos, a continuación el diagrama de flujo de la elaboración de panela y el proceso en una central de mieles:

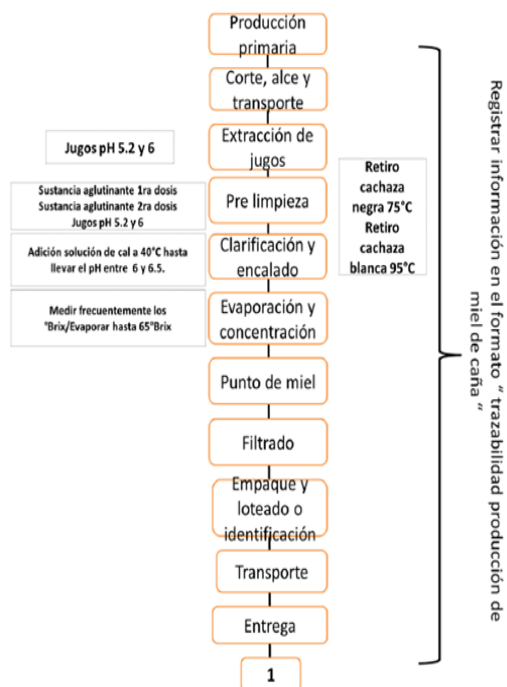


Figura 1. Proceso de elaboración de Panela en un trapiche convencional. Fuente. Fedepanela. 2018

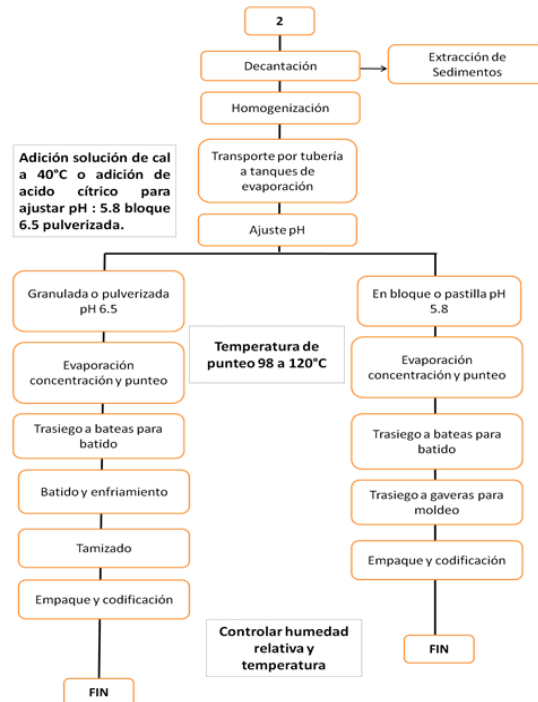


Figura 2. Proceso de elaboración de Panela en una central de mieles. Fuente. Fedepanela. 2018

2. **Diseño Lógico y Conceptual:** Esta etapa comprende la elaboración de los diseños, tanto conceptual como lógico, estos diseños comprenden la manera en la cual se pueden interconectar las variables para poder tener la base de datos y las salidas que se tendrían de los datos.
3. **Establecimiento de variables:** Para la selección de variables se tuvieron en cuenta diferentes aspectos en cada uno de los eslabones de la cadena en el proceso de cultivo, transformación y elaboración de la panela mencionado en el punto anterior. En esta etapa se definieron las variables de los procesos que se llevan a cabo en los cultivos de caña panelera y centrales de mieles y las necesarias para visualizar las zonas con áreas cosechadas de caña panelera, para el establecimiento de las variables se tienen en cuenta las siguientes entidades planteadas en el modelo inicial:

Las entidades que se van a manejar en la base de datos son:

1. Departamento
2. Municipio
3. Unidad Productiva
4. Productor

5. Cultivo
6. Manejo de Agua
7. Plagas de Cultivo
8. Trapiches
9. Central de Mieles

Las variables según las entidades son:

- a) Departamento: ID_Departamento, Nombre_Departamento, Georreferenciación.
 - b) Municipio: ID_Municipio, Nombre_Municipio, Georreferenciación.
 - c) Unidad Productiva (UP): ID_UP, Nombre_Predio, Direccion_Predio, Georreferenciación, Nombre_Municipio, Nombre_Departamento, Vereda, Tenencia.
 - d) Productor: ID_Cedula, Nombre Productor, teléfono
 - e) Cultivo: ID_Cultivo, Area Semb(Ha), Área Coz(Ha), Georreferenciación, Prod_P_(Ton), Prod_C_(Ton), Tipo_Cultivo, Sistema_Riego, Ciclo Vegetativo, Rend_C_T_Ha, Rend_P_T_Ha, Tipo_Siembra, Tipo_Corte.
 - f) Manejo del Agua: Consumo Humano, Analisis de Lab, Sistema_Trat_Agua_Res, Sistema_Trat_Agua_Pot, Tipo_Toma y Tipo de Energia.
 - g) Plagas de Cultivo : ID_monitoreo, Zona Afectada por plaga (Georreferenciado) , porcentaje de infestación, índice de infestación, fecha, Indice_Infestac, Porcentaje_Infestac.
 - h) Trapiche: Capacidad_Mol_Ton/h, Porcentaje_Extracción, Capacidad_Pro_Kg/h, Material_Infraestruct, Moliendas_mes, Tipo_Panela_Trapiche, Tipo_Aglutinante, Tipo_Antiespumante, Tipo_Hornilla, Cuarto_Moldeo, Tipo_Motor, Trapiche_Cumplim_Norma_779, Prelimpiador, Área_Procesada_Trapiche, Area_Procesada_CentralM.
 - i) Central de Mieles: GeorReferenciación, ID_Central de mieles.
4. Evaluación de modelos generados: En esta etapa se deben evaluar los posibles errores que generen los modelos y las conexiones entre variables.

5. Generación de Script del modelo, de creación de objetos y generación de tablas de la información en “SQL DEVELOPER”.
6. Migración de datos de un archivo “shapefile” con un componente geográfico y la descripción de las variables analizadas anteriormente, para cada una de las tablas generadas con la información asociada, mediante la realización de consultas y verificación de resultados.
7. Conexión de la base de datos en Oracle con el servidor de mapas “GEOSERVER” y visualización de la información para la creación del servicio WMS y posterior visualización en “QGIS”.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para empezar con el diseño de la base de datos se establece un diagrama de flujo (Fig. 3), estableciendo las posibles entidades en el modelo y las conexiones entre los mismos, esta es una abstracción mental del problema planteado; después se elabora el modelo en la herramienta “Case Studio” (Fig. 4), dando lugar a un modelo conceptual el cual muestra las entidades, el tipo de relaciones, con el fin de dar solución al problema planteado inicialmente, con el fin de pasar al modelo lógico:

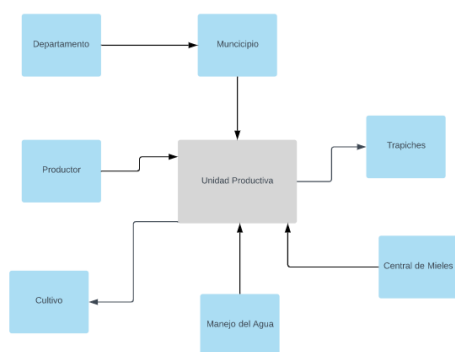


Figura 3. Diagrama Conceptual del Modelo. Fuente: Software Case Studio

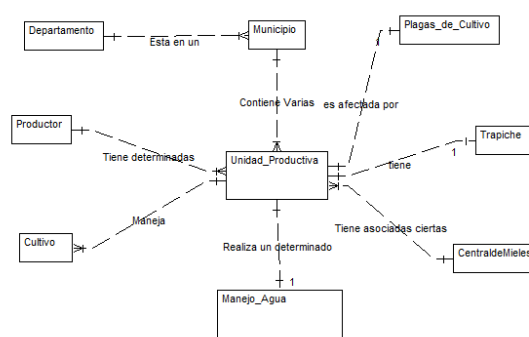


Figura 4. Modelo Conceptual. Fuente: Software Case Studio

A continuación se plantea el modelo lógico, el cual plantea para cada una de las variables el tipo, las relaciones y también se muestra en una tabla cada una de las entidades y su descripción, esta muestra el enfoque real del problema, donde se estructura la misma describiendo cada una de las entidades que se presentan en el modelo conceptual, permitiendo definir las tablas que se generaran en la base de datos:

Tabla 1. Entidades Del Modelo Lógico

--

Departamento			
Id_Departamento	Number	NN	(PK)
Nombre_Departamento	Number	NN	
Georeferenciacion	SDO_Geometry	NN	

Figura 5. Departamento. Fuente: Software Case Studio

Entidad que relaciona el departamento nombre y georreferenciación del mismo.

Municipio			
Id_Municipio	Number	NN	(PK)
Id_Departamento	Number	NN	(FK)
Nombre_Municipio	Varchar2(30)	NN	
Georeferenciacion	SDO_Geometry	NN	

Figura 6. Municipio. Fuente: Software Case Studio

Entidad que relaciona el municipio y la georreferenciación, la llave primaria es el Id del municipio, la llave foránea es el Id del departamento.

Plagas de Cultivo			
Id_Monitoreo	Number	NN	(PK)
Id_UP	Number	NN	(FK)
Zona_Afectada_Plaga	SDO_Geometry	NN	
Fecha	Date	NN	
Indice_Infestac	Varchar2(30)	NN	
Porcentaje_Infestac	Varchar2(30)	NN	

Figura 7. Plagas del Cultivo. Fuente: Software Case Studio

Esta entidad tiene georeferenciación, con el fin de establecer áreas afectadas del cultivo de caña panelera y poder identificarlas para poder tomar acciones al respecto.

Productor			
Id_CEDULA	Number	NN	(PK)
Nombre_Productor	Varchar2(254)	NN	
Telefono	Float		

Figura 8. Productor. Fuente: Software Case Studio

La entidad productor es de vital importancia para poder sacar el registro de los mismos.

Unidad Productiva			
Id_UP	Number	NN	(PK)
Id_CentralMieles	Number	NN	(FK)
Id_CEDULA	Number	NN	(FK)
Id_Municipio	Number	NN	(FK)
Nombre_Predio	Varchar2(50)	NN	
Direccion_predio	Varchar2(30)	NN	
Georeferenciacion	SDO_Geometry	NN	
Nombre_Municipio	Varchar2(30)	NN	
Nombre_Departamento	Varchar2(30)	NN	
Vereda	Varchar2(30)	NN	
Tenencia	Varchar2(20)	NN	

Figura 9. Unidad Productiva. Fuente: Software Case Studio

La entidad central es la unidad productiva, la cual contiene la georreferenciación del predio o unidad productiva y demás variables importantes en la caracterización de la finca objetivo.

Trapiche			
Id_UP	Number	NN	(FK)
Capacidad_Mol_Ton_h	Varchar2(30)	NN	
Porcentaje_Extraccion	Varchar2(30)	NN	
Capacidad_Pro_Kg_h	Varchar2(30)	NN	
Materiales_molinos	Varchar2(30)	NN	
Tipo_Panela_Trapiche	Varchar2(30)	NN	
Tipo_Aglutinante	Varchar2(30)	NN	
Tipo_Antiespumante	Varchar2(30)	NN	
Tipo_Hornilla	Varchar2(50)	NN	
Cuarto_Moldeo	Varchar2(254)	NN	
Tipo_Motor	Varchar2(50)	NN	
Trapiche_Cumplim_Norma_779	Varchar2(30)	NN	
Prelimpiador	Varchar2(254)	NN	
Area_Procesada_Trapiche	Varchar2(30)	NN	
Area_Procesada_CentralM	Varchar2(30)	NN	

Figura 10. Trapiche. Fuente: Software Case Studio

El trapiche contiene las variables de importancia dentro del mismo, con el fin de monitorear cada parte del proceso de elaboración de la panela para los productores que tienen trapiche en sus unidades productivas.

Cultivo			
Id_Cultivo	Varchar2(30)	NN	(PK)
Id_UP	Number	NN	(FK)
AreaSem_Ha	Varchar2(30)	NN	
AreaCos_Ha	Varchar2(30)	NN	
Georeferenciacion	SDO_Geometry	NN	
Prod_P_Ton	Float	NN	
Prod_C_Ton	Float	NN	
Tipo_Cultivo	Varchar2(30)	NN	
Sistema_Riego	Varchar2(30)	NN	
Ciclo_Vegetativo	Varchar2(30)	NN	
Rend_C_T_Ha	Float	NN	
Rend_P_T_Ha	Float	NN	
Tipo_Siembra	Varchar2(13)	NN	
Tipo_Corte	Varchar2(254)	NN	

Figura 11. Cultivo. Fuente: Software Case Studio

La entidad cultivo contiene la llave principal como el Id, ya que una unidad productiva puede tener no necesariamente caña panelera, también puede tener otro tipo de cultivos.

Manejo Agua			
Id_UP	Number	NN	(FK)
Consumo_Humano	Varchar2(30)	NN	
Analisis_Lab	Varchar2(30)	NN	
Sistema_Trat_Agua_Res	Varchar2(30)	NN	
Sistema_Trat_Agua_Potable	Varchar2(30)	NN	
Tipo_Toma	Varchar2(30)	NN	
Tipo_Energia	Varchar2(30)	NN	

Figura 12. Manejo del Agua. Fuente: Software Case Studio

El manejo del agua se realiza en las unidades productivas y se muestran las variables de interés en la misma como lo son el sistema de tratamiento de agua tanto potable como residencial.

Central de Mieles			
Id_CentralMieles	Number	NN	(PK)
Georeferenciacion	SDO_Geometry	NN	

Figura 13. Central de Mieles. Fuente: Software Case Studio

La entidad central de mieles tiene georeferenciación con el fin de poder tomar decisiones respecto su ubicación y la cantidad de unidades productivas asociadas.

Fuente: Elaboración Propia.

El modelo lógico planteado a continuación tiene las respectivas relaciones entre las entidades mencionadas anteriormente y el tipo de datos, la entidad Unidad productiva es la entidad central, de la cual parten o llegan las relaciones de las demás entidades.

Las entidades que de acuerdo al problema planteado y a la necesidad de la federación que requieren georreferenciación son: Departamento, Municipio, Unidad Productiva, Cultivo y Central de mieles, el productor no es necesario georreferenciarlo, ya que la entidad de interés es el cultivo o la unidad productiva del mismo. Las relaciones de Departamento con municipio, Productor con Unidad Productiva (Un productor puede tener varias unidades productivas), y esta a su vez con trapiches, cultivos y plagas son de uno a muchos, caso contrario con la entidad central de mieles y unidad productiva la cual es al contrario, ya que una central de mieles puede estar asociada a varias unidades productivas, para los ID, en todas las tablas se plantea que sean de tipo número, las georreferenciaciones son de tipo Geometrías, los nombres y caracteres son de tipo “Varchar “ y los cálculos basados en variables de las tablas son de tipo “float”.

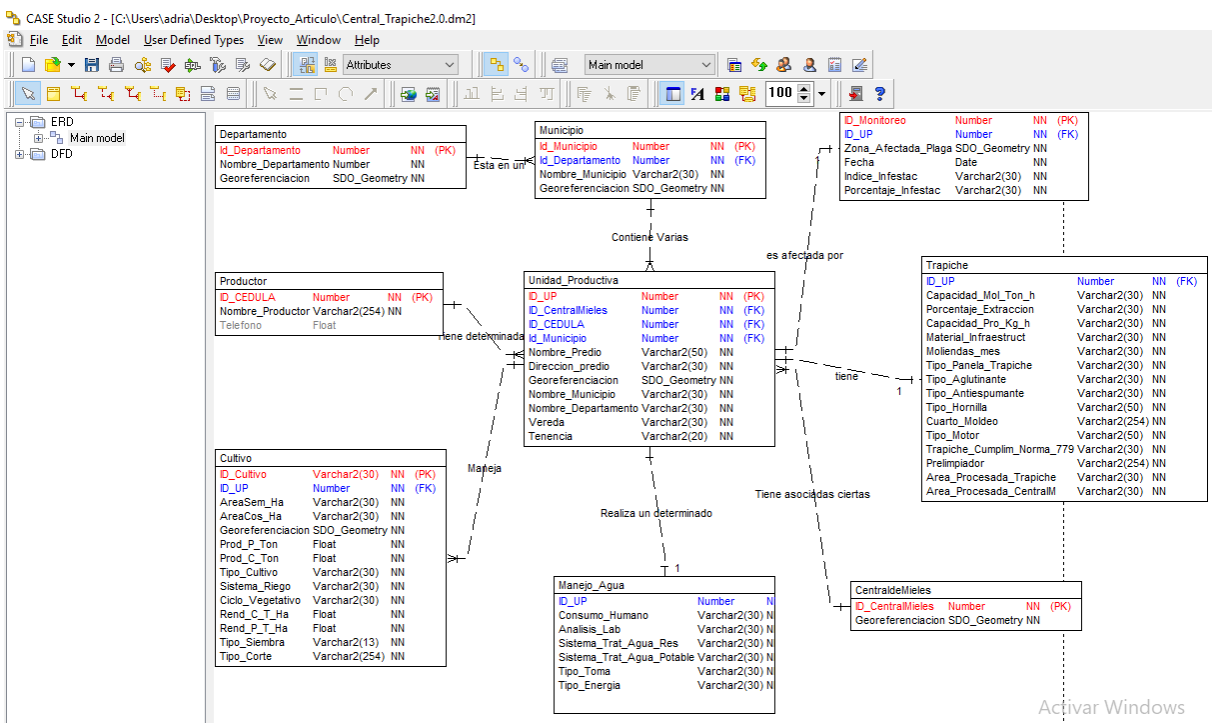


Figura 14. Modelo Lógico con las relaciones establecidas en Case Studio. Fuente: Elaboración Propia.

Después del completo planteamiento del modelo lógico se procede a ejecutar el modelo con el fin de mirar posibles errores en el planteamiento de las relaciones, paso siguiente se procede a exportar el script del modelo y posteriormente a la ejecución del código en “SQL Developer” para la creación de las tablas de la base de datos, mostrado a continuación:

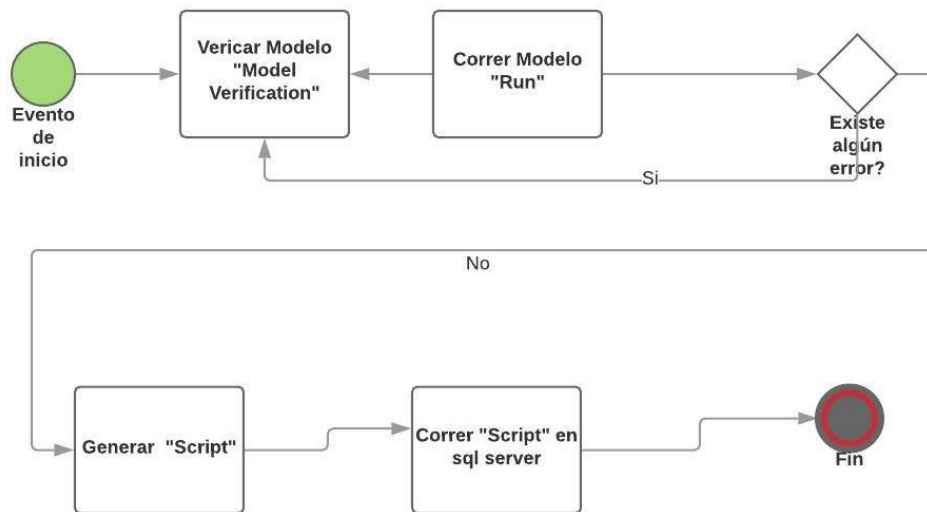


Figura 15. Diagrama de Flujo generación Script en “Case studio”. Fuente: Elaboración Propia.

Ahora se tienen las tablas requeridas en la base de datos y se procede a llenar las tablas con la información del archivo “shape file” referenciado y sus atributos en las tablas elaboradas:

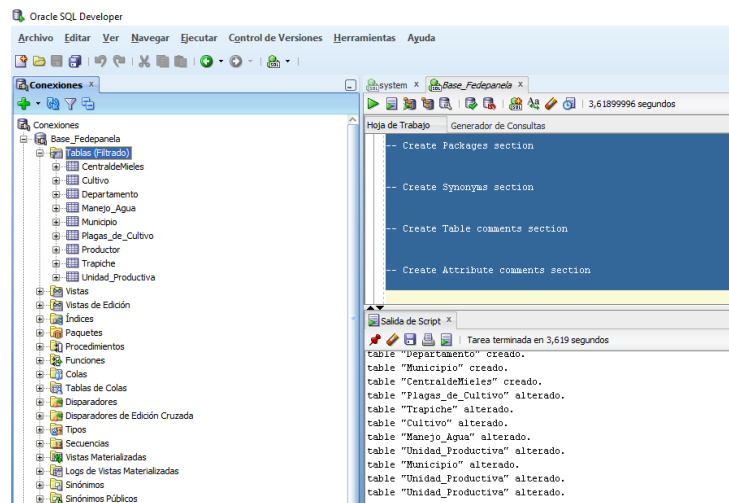


Figura 16. Tablas de la base de datos planteada. Fuente: Elaboración Propia.

Luego se procede a cargar el archivo “shape file” con la información y se crean los metadatos y el índice de las tablas de los componentes geográficos, después de creados los índices y metadatos, se procede a realizar la migración de datos del archivo “shapefile” a cada una de las tablas generadas con la información asociada, mediante la realización de consultas y verificación de resultados.



Figura 17. Proceso de Asociación de datos. Fuente: Elaboración Propia.

Luego de tener las tablas con la información georreferenciada, se conecta la tabla: Unidad productiva, que es la información que se desea representar en un servicio “WMS”, estas se conectan con un servidor de mapas, en este caso se usó “GEOSERVER” y se creó el servicio “WMS” para la posterior visualización de “QGIS”:

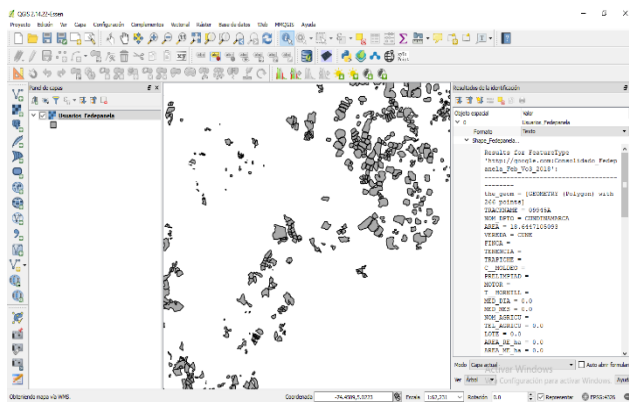


Figura 18. Imagen 1 de visualización en “QGIS” como un servicio WMS. Fuente: Software “QGIS”

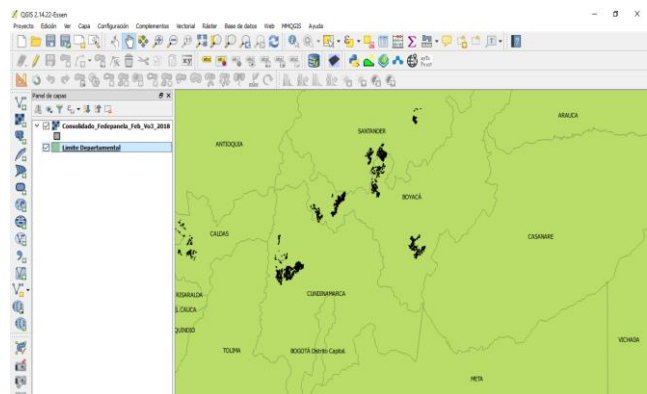


Figura 19. Imagen 2 de visualización en “QGIS” como un servicio WMS. Fuente: Software “QGIS”

5. CONCLUSIONES

- Las variables de importancia se establecieron de acuerdo con las actividades relacionadas con el proceso que van desde el cultivo de caña, pasando por todo el proceso de elaboración de la panela; es importante, ya que permitirá a la federación centralizar la información recolectada en campo con el fin de gestionar los procesos y su asistencia técnica.
- Con el establecimiento del modelo conceptual se lograron plasmar los requerimientos establecidos inicialmente para el diseño de la base de datos.
- Con un mapeo inicial de la información en el archivo “Shapefile” se configuraron las variables al momento de realizar el modelo lógico, esto con el fin de evitar errores en el proceso de migración de los datos a cada una de las columnas en la tabla de destino.

- La entidad plagas como insumo potencial en la agricultura de precisión, es de vital importancia, ya que permite relacionar áreas georreferenciadas a futuro para poder tomar acciones al respecto en el cultivo.
- Con el manejo del software libre se logró visualizar la información propuesta en el diseño de manera fácil a través de un servidor de mapas gratuito “GEOSERVER” y una aplicación de sistemas de información geográfica de código abierto y gratuita como lo es “QGIS”

REFERENCIAS

- [1] Senado de la Republica. (2018). Ley De Incentivos a La Producción y Comercialización De Panela, Mieles Paneleras y Sus Derivados En Colombia. Bogotá, Colombia: Recuperado de: <http://leyes.senado.gov.co/proyectos/images/documentos/Textos%20Radicados/proyectos%20de%20ley/2018%20-%202019/PL%20156-18%20S%201132017C%20Incentivos%20Produccion%20Paneleros.pdf>
- [2] Fedepanela. (2018). Diagnóstico del sector panelero. Federación Nacional de productores de Panela, 1-12.
- [3] ESRI. (2018). ArcGIS) [Sistemas de administración de bases de datos compatibles]. Los Ángeles, Estados Unidos: Environmental Systems Research Institute, Inc.
- [4] Date, C.J. (2004) An Introduction to Database Systems, 8th ed., Reading,MA: Addison-Wesley Publishing Co.
- [5] Ambler, S.W. (2000) “Mapping objects to relational databases”, IBM DeveloperWorks: Components Overview Library paper.(<http://www-4.ibm.com/software/developer/library/mapping-to-rdb/index.html>)
- [6] Mendieta, OA, et al. Las buenas prácticas de manufactura en la producción de panela. Bogotá, Colombia. Corporacion colombiana de investigación agropecuaria, Corpoica.2016.
- [7] Elmasri, R. and Navathe, S.B. (2003) Fundamentals of Database Systems, 4th ed., Boston, MA: Addison-Wesley Publishing Co
- [8] Batini, C., Ceri, S. and Navathe, S.B. (1992) Conceptual Database Design: An Entity-Relationship Approach, Redwood City, CA: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc
- [9] Codd, F.E. (1990) The Relational Model for Database Management, Reading, MA: Addison-Wesley Publishing Co.

[10] Beinat et al.(2007). Pro Oracle Spatial for Oracle Database 11 g. Apress.

[11] Corpoica (Corporación colombiana para el avance agropecuario), (2007). Guía tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de la caña panelera. Promedios. Bogotá-Colombia

[12] Corpoica (Corporación colombiana para el avance agropecuario) ,2014. Variedades de caña de azúcar empleadas para la agroindustria panelera en Colombia. Produmedios. Bogotá-Colombia.